

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-254952

(P2001-254952A)

(43) 公開日 平成13年9月21日 (2001.9.21)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード (参考)
F 2 4 C 7/02		F 2 4 C 7/02	H 3 K 0 8 6
F 2 2 B 1/28		F 2 2 B 1/28	Z 3 K 0 9 0
F 2 4 C 1/00	3 2 0	F 2 4 C 1/00	3 2 0 Z 3 L 0 8 6
H 0 5 B 6/64		H 0 5 B 6/64	D
6/68	3 2 0	6/68	3 2 0 P

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-71492 (P2000-71492)

(22) 出願日 平成12年3月15日 (2000.3.15)

(71) 出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72) 発明者 牛嶋 和文

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内

(72) 発明者 稲見 一郎

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内

(74) 代理人 100095670

弁理士 小林 良平

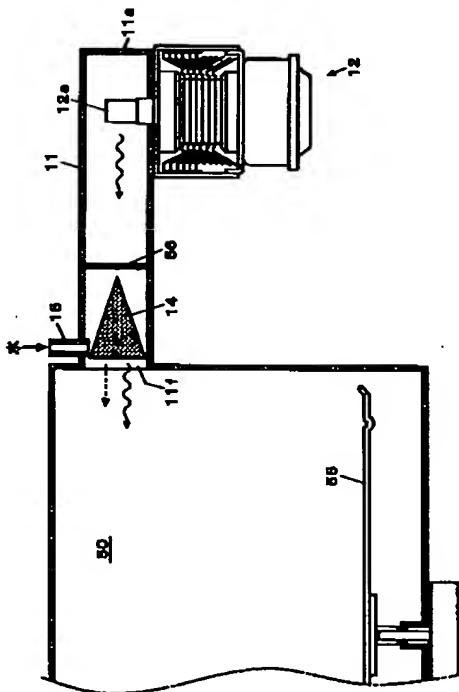
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 蒸気発生装置及び該装置を備えた電子レンジ

(57) 【要約】

【課題】 電子レンジに付設するに好適で、立ち上がりが迅速で且つ予熱も不要な蒸気発生装置を提供する。

【解決手段】 マグネトロン12を取り付けた導波管11の内部に、石英ガラス等から成る多孔質体14を配置し、導波管11に設けた給水管15を通して多孔質体14上面に水を滴下する。滴下された水は多孔質体14の内部に速やかに浸潤し保持され、導波管11内に供給されたマイクロ波により加熱・気化する。マグネトロン12と多孔質体14との間にはマイクロ波を通過可能な隔壁56が設けられており、蒸気はこの隔壁56によりマグネトロン12側へは流れず、水の気化に利用されなかったマイクロ波と共に加熱室50へと供給される。これにより、1つのマグネトロンで蒸気発生と加熱室50内に収容された食品の加熱調理とを兼ねることができる。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 a) マイクロ波発生手段と、
b) 発生したマイクロ波を案内する導波管と、
c) 該導波管内に配置され、微細で且つ互いに連通した空孔を多数内包する材料から成る構造体と、
d) 該構造体に水を供給する給水手段と、
を備え、前記構造体は、少なくとも前記マイクロ波発生手段に向けた面がマイクロ波の進行方向に対して傾斜して成ることを特徴とする蒸気発生装置。

【請求項2】 a) マイクロ波発生手段と、
b) 発生したマイクロ波を案内する導波管と、
c) 該導波管内に配置され、水を浸潤させて保持する構造体と、
d) 該構造体に水を供給する給水手段と、
e) 前記導波管内のマイクロ波強度を検出するマイクロ波検出手段と、
f) 検出されたマイクロ波強度に応じて、前記導波管に供給するマイクロ波のエネルギー強度を調整すべく前記マイクロ波発生手段を制御する制御手段と、
を備えることを特徴とする蒸気発生装置。

【請求項3】 a) マイクロ波発生手段と、
b) 発生したマイクロ波を案内する導波管と、
c) 該導波管内に配置され、水を浸潤させて保持する構造体と、
d) 該構造体を内部に収容し、上面に管状の注水口及び蒸気吐出口を、下部に同じく管状の排水口を、それぞれその端部が前記導波管の相当位置に設けた開口を通して外部へ露出するように設けた容器と、
を備え、前記注水口、蒸気吐出口及び排水口の端部の露出部分の少なくとも一部は、前記導波管と一体の又は導波管と隙間なく接続された金属の管状体で周囲を取り囲まれて成ることを特徴とする蒸気発生装置。

【請求項4】 a) マイクロ波発生手段と、
b) 発生したマイクロ波を案内する導波管と、
c) 該導波管内に配置され、水を浸潤させて保持する構造体と、
d) 該構造体を内部に収容し、前記導波管の相当位置に設けた開口を通して外部配管にそれぞれ接続される注水口及び蒸気吐出口を上面に、同じく排水口を下部に設けた容器と、
e) 前記注水口、蒸気吐出口及び排水口に接続されたいずれかの配管中に水が充滿していることを検知する水検知手段と、
f) 該水検知手段による検知結果に応じて、前記導波管に供給するマイクロ波のエネルギー強度を調整すべく前記マイクロ波発生手段を制御する制御手段と、
を備えることを特徴とする蒸気発生装置。

【請求項5】 a) マイクロ波発生手段と、
b) 発生したマイクロ波を案内する導波管と、
c) 該導波管内に配置され、微細で且つ互いに連通した

空孔を多数内包する材料から成る構造体と、
d) 該構造体に水を供給する給水手段と、
を備え、前記構造体は、適宜の間隔で内深部と外側とを連通する通気孔を設けて成ることを特徴とする蒸気発生装置。

【請求項6】 a) 被加熱物を内部に収容する加熱室と、
b) マイクロ波発生手段と、
c) 該マイクロ波発生手段で発生したマイクロ波を前記加熱室へ案内する導波管と、
d) 該導波管内に配置され、水を浸潤させて保持する構造体と、
e) 該構造体に水を供給する給水手段と、
を備えることを特徴とする電子レンジ。

【請求項7】 請求項6に記載の電子レンジにおいて、前記構造体を内部に収容し、注水口、蒸気吐出口及び排水口を設けた容器を更に備え、前記導波管の相当位置に設けた開口を通して外部配管を前記注水口、蒸気吐出口及び排水口にそれぞれ接続し、該蒸気吐出口に接続した外部配管の他端を前記加熱室に接続したことを特徴とする電子レンジ。

【請求項8】 請求項6に記載の電子レンジにおいて、前記マイクロ波発生手段と構造体との間の導波管内に、マイクロ波を通過させると共に蒸気を遮断する隔壁を設け、構造体で発生した蒸気を導波管を通して加熱室へと供給するようにしたことを特徴とする電子レンジ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、水を加熱して水蒸気を発生する蒸気発生装置、及び、該蒸気発生装置を備えた電子レンジに関する。

【0002】

【従来の技術】加熱庫内に熱風を循環させ、また併せてマイクロ波を供給して庫内に収容された食品等を加熱調理する、いわゆるオープンレンジなどにおいては、更に水蒸気を加熱庫内に充満させ、加熱による食品の乾燥を防止したり、或いは水蒸気そのものの潜熱により庫内の温度の均一化や調理時間の短縮を図ることが行われている。従来、このような目的で蒸気発生器を備える加熱調理器の蒸気発生方法としては、絶縁した電熱線に水を接触させることにより沸騰させて水蒸気を得る方法や、高温に加熱した熱板に水滴を吹き付けて水蒸気を発生させる方法などが用いられている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、これらの方法では、水を沸騰温度にまで高めるために、或いは熱板を高温に熱するために、所定の時間を要する。そのため、必要なときに迅速に水蒸気を得られないという問題がある。また、迅速に水蒸気を得ようとすれば、水蒸気を必要としないときにも、水を沸騰状態又はそれに近

10

20

30

40

50

い状態に維持しておく、或いは熱板を高温に維持しておく必要があり、無駄なエネルギーを消費することとなり、近年の省電力化の要求にそぐわない。

【0004】更には、電熱線等の発熱体からの熱伝導により水を沸騰させる方法では、発熱体に接触する箇所において顕著に沸騰し、突沸するときに周囲の水滴と一緒に巻き上げて、水蒸気になっていない微小な水滴を同時に発生する。その結果、水蒸気と微小水滴が入り混じったものとなり、上述したような加熱調理の目的には好ましくない状態となる。具体的には、蒸し調理等を行う場合に、食品の表面に水滴が付着して、食品表面が荒れる等の問題がある。

【0005】本発明は上記課題を解決するために成されたものであり、その目的とするところは、予熱を必要とせずに迅速に水蒸気を得ることができ、しかも、その水蒸気も水滴が混じらない質の高いものとして提供できる蒸気発生装置を提供することにある。また、本発明の他の目的は、必要なときに迅速に水蒸気を供給して適切な加熱調理を行うことができる電子レンジを提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために成された本発明に係る第1の蒸気発生装置は、

a) マイクロ波発生手段と、
b) 発生したマイクロ波を案内する導波管と、
c) 該導波管内に配置され、微細で且つ互いに連通した空孔を多数内包する材料から成る構造体と、
d) 該構造体に水を供給する給水手段と、を備え、前記構造体は、少なくとも前記マイクロ波発生手段に向けた面がマイクロ波の進行方向に対して傾斜して成ることを特徴としている。

【0007】本発明に係る第2の蒸気発生装置は、

a) マイクロ波発生手段と、
b) 発生したマイクロ波を案内する導波管と、
c) 該導波管内に配置され、水を浸潤させて保持する構造体と、
d) 該構造体に水を供給する給水手段と、
e) 前記導波管内のマイクロ波強度を検出するマイクロ波検出手段と、
f) 検出されたマイクロ波強度に応じて、前記導波管に供給するマイクロ波のエネルギー強度を調整すべく前記マイクロ波発生手段を制御する制御手段と、を備えることを特徴としている。

【0008】本発明に係る第3の蒸気発生装置は、

a) マイクロ波発生手段と、
b) 発生したマイクロ波を案内する導波管と、
c) 該導波管内に配置され、水を浸潤させて保持する構造体と、
d) 該構造体を内部に収容し、上面に管状の注水口及び蒸気吐出口を、下部に同じく管状の排水口を、それぞれ

その端部が前記導波管の相当位置に設けた開口を通して外部へ露出するように設けた容器と、を備え、前記注水口、蒸気吐出口及び排水口の端部の露出部分の少なくとも一部は、前記導波管と一体の又は導波管と隙間なく接続された金属の管状体で周囲を取り囲まれて成ることを特徴としている。

【0009】本発明に係る第4の蒸気発生装置は、

a) マイクロ波発生手段と、
b) 発生したマイクロ波を案内する導波管と、
c) 該導波管内に配置され、水を浸潤させて保持する構造体と、
d) 該構造体を内部に収容し、前記導波管の相当位置に設けた開口を通して外部配管にそれぞれ接続される注水口及び蒸気吐出口を上面に、同じく排水口を下部に設けた容器と、
e) 前記注水口、蒸気吐出口及び排水口に接続されたいずれかの配管中に水が充満していることを検知する水検知手段と、
f) 該水検知手段による検知結果に応じて、前記導波管に供給するマイクロ波のエネルギー強度を調整すべく前記マイクロ波発生手段を制御する制御手段と、を備えることを特徴としている。

【0010】本発明に係る第5の蒸気発生装置は、

a) マイクロ波発生手段と、
b) 発生したマイクロ波を案内する導波管と、
c) 該導波管内に配置され、微細で且つ互いに連通した空孔を多数内包する材料から成る構造体と、
d) 該構造体に水を供給する給水手段と、を備え、前記構造体は、適宜の間隔で内深部と外側とを連通する通気孔を設けて成ることを特徴としている。

【0011】また、本発明に係る第1の電子レンジは、

a) 被加熱物を内部に収容する加熱室と、
b) マイクロ波発生手段と、
c) 該マイクロ波発生手段で発生したマイクロ波を前記加熱室へ案内する導波管と、
d) 該導波管内に配置され、水を浸潤させて保持する構造体と、
e) 該構造体に水を供給する給水手段と、を備えることを特徴としている。

【0012】本発明に係る第2の電子レンジは、上記第1の電子レンジにおいて、前記構造体を内部に収容し、注水口、蒸気吐出口及び排水口を設けた容器を更に備え、前記導波管の相当位置に設けた開口を通して外部配管を前記注水口、蒸気吐出口及び排水口にそれぞれ接続し、該蒸気吐出口に接続した外部配管の他端を前記加熱室に接続したことを特徴としている。

【0013】本発明に係る第3の電子レンジは、上記第1の電子レンジにおいて、前記マイクロ波発生手段と構造体との間の導波管内に、マイクロ波を通過させると共に蒸気を遮断する隔壁を設け、構造体で発生した蒸気を

導波管を通して加熱室へと供給するようにしたことを特徴としている。

【0014】

【発明の実施の形態及び効果】本発明に係る第1～第5の蒸気発生装置では、次のような動作により蒸気が発生する。即ち、マイクロ波発生手段により導波管内にマイクロ波を供給しながら、給水手段により構造体に水を供給する。すると、供給された水は直ちに構造体内部に浸潤し、その内部に保持される。マイクロ波がこの構造体を通過する際に、その内部に保持されている水はマイクロ波加熱され、短時間で温度が上昇し、気化・膨張する。このようにして構造体の内部で発生した蒸気は、連通した空孔を通して構造体の表面全体から出てゆく。また、その過程で、まだ温度が十分に上昇していない水と接触すると、一旦気化した水蒸気は潜熱を奪われて凝縮する。そのため、構造体全体が均熱化され、結果として、構造体全体からむらなく蒸気が発生する。

【0015】第1の蒸気発生装置では、マイクロ波の進行方向に対して構造体の表面が垂直でなく傾斜しているため、構造体の表面でのマイクロ波の反射が軽減され、構造体内部へと効率よくマイクロ波が侵入する。これにより、構造体に保持されている水により多くのマイクロ波エネルギーが供与されるので、多量の水がしかも迅速に気化する。

【0016】したがって、本発明に係る第1の蒸気発生装置によれば、構造体に供給された水はほぼ瞬時に気化して蒸気となるので、必要なときに即座に蒸気を得ることができる。また、マイクロ波加熱であるため、予熱も不要であり省電力が実現できる。また、ヒータ等による加熱と異なり、突沸による水滴の飛散も生じないので、蒸気中に微細水滴を含まず、きわめて均質の蒸気を得ることができる。

【0017】ところで、この蒸気発生装置では、水が供給されているときには、マイクロ波は主として水を加熱するために利用され、また蒸発する水により気化熱を奪われるため構造体自体の温度上昇は小さい。しかしながら、水が供給されていないと、構造体自体がマイクロ波を吸収して加熱される恐れがある。また、本来の加熱対象物である水がないにも拘わらずマイクロ波を供給し続けることはエネルギーの無駄でもある。

【0018】本発明に係る第2の蒸気発生装置では、例えばマイクロ波検出手段により、構造体側からマイクロ波発生手段へ戻るように反射されたマイクロ波のエネルギー強度を検出する。導波管の終端面が閉塞されている場合、構造体に保持される水が少なくなると、水の気化に費やされるマイクロ波エネルギーが少なくなり、その分だけ反射するマイクロ波エネルギーが増加する。そこで、制御手段は、このマイクロ波のエネルギー強度が所定以上になったときに、負荷である水が無いか又はその量が少ないと判断し、マイクロ波のエネルギー強度を低減させるよ

うにマイクロ波発生手段を制御する。一実施態様として、マイクロ波検出手段は、マグネトロン発振器等のマイクロ波発生手段とそれに対峙して配置した被加熱物である構造体との間の導波管壁に配置した、方向性結合器とすることができる。

【0019】この構成によれば、構造体への水の供給が停止又は不足したときに、構造体の過熱が回避できると共に消費電力を抑制することができる。なお、マイクロ波検出手段は反射電力の大きさを検出するほかに、マイクロ波発生手段から構造体に向かうマイクロ波エネルギーである入射電力と上記反射電力との両方を検出し、制御手段はその両電力の相対比率でもってマイクロ波発生手段を制御するようにしてもよい。この構成によれば、構造体に保持されている水の量に応じて、その水を気化するのに最も適切なようにマイクロ波エネルギーを調整することができる。

【0020】本発明に係る蒸気発生装置では、不要輻射を軽減するため、及び蒸気の発生効率を高めるために、導波管からのマイクロ波の漏洩をできる限り低減することが望ましい。本発明に係る第3の蒸気発生装置では、水を保持する構造体は容器内に収容され、その容器に設けられた管状の注水口、蒸気吐出口及び排水口は導波管の相当位置に設けられた開口を通して外部へと露出している。そのため、この管路中に水が充満すると、この水を伝播媒体としてマイクロ波が外部へ漏洩する可能性がある。しかしながら、その管路の露出部分の一部は、導波管と一体の又は隙間なく接続された金属の管状体で周囲を取り囲まれているため、この管状体の断面形状と長さ等をマイクロ波周波数に応じて適宜に定めることにより、管路中の水を介するマイクロ波の漏洩を防止することができる。

【0021】また、より確実にマイクロ波の漏洩を防止するため、及び、管路の断面積が極端に小さくなることを避けるために、本発明に係る第4の蒸気発生装置では、水検知手段により、注水口、蒸気吐出口及び排水口のいずれかの管路中に水が充満しているか又はそれとほぼ同様の状態になっていることを検知する。制御手段はその検知結果を受けて、マイクロ波の発生を停止するようにマイクロ波発生手段を制御する。この構成によれば、管路に充満した水を介して外部へとマイクロ波が漏洩し易い状態にあるときには、積極的にマイクロ波の発生を停止させるので、確実にマイクロ波の漏洩が防止できる。なお、水検知手段としては各種のものが利用できるが、管路中には電極等の部材を設けることなく、管路の外側から間接的に水の有無を検知できることが好ましい。例えば、水の有無による光の透過率又は反射率の相違を利用した光学的な検知手段を用いるとよい。

【0022】また、本発明に係る蒸気発生装置では、構造体の体積を大きくするほど保持可能な水の量が増加し、より多くの蒸気量を得ることができる。しかしなが

ら、構造体を大きくすると、内部で発生した蒸気が外側へ抜けにくく、内部の蒸気の膨張圧が大きくなって最悪の場合、構造体を破壊する恐れがある。これに対し、第5の蒸気発生装置によれば、構造体に設けられた通気孔を介して内部の蒸気が速やかに外側へと抜けるので、内部の膨張圧が高くなることを回避できる。

【0023】ところで、このような蒸気発生装置では、導波管内で構造体に保持された水のみマイクロ波加熱を行う場合には、導波管の両端部が閉塞した短絡端であることが好ましいが、この蒸気発生装置を電子レンジに適用する場合には、導波管の少なくとも一端面、好ましくは、マイクロ波発生手段に対峙する終端面を開放端とし、これを加熱室に接続して、マイクロ波が加熱室に供給される構造とすることができる。

【0024】即ち、本発明に係る第1の電子レンジの構成によれば、1つのマイクロ波発生手段により、構造体に保持された水の気化のためのマイクロ波給電と、加熱室内に収容された食品等の被加熱物の加熱調理のためのマイクロ波給電とを兼ねる。したがって、加熱調理中に蒸気の供給が必要であるとき、構造体に水を供給しさえすれば、速やかに蒸気を発生させて加熱室へと送り込むことができる。

【0025】本発明に係る第2の電子レンジの構成によれば、構造体は容器で覆われているので、たとえ気化能力以上の水が供給されて構造体に保持されなかった場合でも、排水口から外部配管を通して排出されるので導波管内には水が漏れない。また、構造体から発生した蒸気は蒸気吐出口から外部配管を通して加熱室に送り込まれるので、蒸気が導波管内に入り込まないか、或いは入ったとしてもごく僅かですむ。したがって、通常、高電圧に帯電するマグネトロン発振器のアンテナ等での不所望の火花放電を防止できると共に、腐食等の損傷を少なくすることができる。

【0026】また、本発明に係る第3の電子レンジの構成によれば、導波管を通して蒸気を加熱室へと送るので蒸気送出用の外部配管を設ける必要がなく、構造がきわめて簡単になる。また、隔壁を設けることにより、蒸気がマイクロ波発生手段に到達することを回避できるので、上述したような不所望の現象も防止できる。

【0027】

【実施例】以下、本発明に係る蒸気発生装置の一実施例を図1及び図2を参照して説明する。図1は本実施例による蒸気発生装置10を示す構成図、図2は図1中のA-A'線略断面図である。

【0028】図1において、導波管11は、横幅が約90mm、高さが約40mmの長方形の断面構造で、長さが約250mmの両端面11a、11bが閉塞された金属製の方形導波管である。この導波管11の一方の端面11aの近傍には、マイクロ波を発生させるマグネトロン12が、アンテナ12aを内部に突出して取り付けら

れている。また、導波管11の他方の端面11bから所定間隔だけ離間した位置には、内部に多孔質体14を備える容器13が配置されている。

【0029】容器13は例えば石英ガラスから成り、管状の注水口部13a及び蒸気吐出口部13bを上面に有し、同じく管状の排水口部13cを下面に有している。注水口部13a、蒸気吐出口部13b及び排水口部13cはいずれも、導波管11に穿孔した開口から外側に突出するように配設されている。なお、容器13の材質はこれに限定されるものではなく、好ましくはマイクロ波により加熱されにくい材料、つまり低誘電率及び低誘電正接であればよい。

【0030】注水口部13aは、流量調節弁18を設けた給水管15に接続されており、流量調節弁18が開放されると、給水管15を通して供給された水が注水口部13aから容器13内に供給されるようになっている。多孔質体14は微細で且つ互いに連通した空孔を内部に多数有する固体であって、この連通した空孔内に順次水を案内することにより、水を表面から内部に浸潤させて保持することができる。

【0031】容器13下方の導波管11の壁面には開口11cが設けられ、その開口11cの外側には赤外線受光センサ20が配置されている。この赤外線受光センサ20の検出出力は温度検出部21に入力され、その温度検出結果は制御部22に与えられる。制御部22は例えばマイクロコンピュータ等を中心に構成することができ、予め与えられた制御プログラムに従って、マグネトロン12へ電力を供給する高周波電源23や上記流量調節弁18を制御する。

【0032】この蒸気発生装置10が、蒸気を発生する際の概略動作は次の通りである。制御部22は流量調節弁18の開度を適宜に調整し、所定流量でもって水を注水口部13aに流す。このときの流量は、注水口部13aから多孔質体14上面に水が滴下する程度とするといよい。滴下した水は空孔の毛管作用により速やかに多孔質体14に浸潤するため、後述のように流量を適切に設定しておけば容器13内に水が流下することはない。また制御部22は、マグネトロン12に電流を供給し始めるように高周波電源23を制御する。これにより、マグネトロン12は所定周波数(例えば2.45GHz)で発振し、マイクロ波が導波管11の内部に供給される。導波管11の内部を伝播したマイクロ波は容器13の壁面を通過し、更に多孔質体14を通過しようとするが、このとき多孔質体14に保持されている水が負荷となる。即ち、マイクロ波のエネルギーは水に与えられ、水は瞬時に気化する。水は気化すると同時に急激に膨張し、連通した空孔を通して多孔質体14の外部へと出る。そして、蒸気吐出口部13bから蒸気送出管16を通して取り出される。

【0033】本実施例の蒸気発生装置10では、所望の

蒸気流量に相当する水の流量が流量調節弁18で得られるようにし、且つ、その流量の水を気化させるに必要なエネルギーを上回るようなマイクロ波を導波管11に供給するように駆動電流を制御することにより、容器13に供給した水を全て気化させることができる。勿論、多孔質体14に浸潤し得ないような水が容器13内に供給された場合でも、余分な水は排水口部13cを通して外部へと排出されるので、容器13内には貯留しない。

【0034】例えば、流量調節弁18が故障している場合、或いは給水管15に水が供給されない場合には、多孔質体14に水が浸潤しない状態でマイクロ波が供給され続けることになる。たとえ後述のように多孔質体14自体が比較的マイクロ波加熱されにくい材料で形成されていたとしても、水という負荷が無いと、多孔質体14自体が負荷となって加熱される。過度の温度上昇は多孔質体14を損傷する恐れがある。また、水という負荷が無い場合、多孔質体14に吸収されなかった残りのマイクロ波は導波管11の終端面11bで反射し、マグネトロン12まで戻ってマグネトロン12自体を加熱する。また、このような不所望の加熱がないとしても、加熱対象物が無い又は極端に不足した状態で無為にマイクロ波を発生させ続けることは、無駄な電力を消費することを意味する。

【0035】赤外線受光センサ20及び温度検出部21は、このような不具合を解消するために利用される。即ち、多孔質体14に水がほぼ常時浸潤している状態では、多孔質体14自体の温度はあまり上昇しないが、水が無くなる又は極端に不足すると多孔質体14自体の温度が上昇してゆく。温度が上昇するに伴い多孔質体14から発せられる赤外線の強度は増加し、温度検出部21は赤外線受光センサ20からの受光信号に基づいて多孔質体14の温度を検出する。制御部22はこの検出温度を予め定めた所定値と比較し、検出温度が所定値を超えた場合には、水が供給されていないものと判断して、マグネトロン12への駆動電流を減少又は停止するように高周波電源23を制御する。これにより、マイクロ波のエネルギーが減少し又は発振が停止し、多孔質体14の過度の温度上昇やマグネトロン12自体の加熱を回避することができる。

【0036】ここで、好ましい多孔質体14の材料について述べる。上述したように、多孔質体14は、被加熱物である水が供給されない状況でマイクロ波を受けるとそれ自身が発熱し、導波管11は内部から熱が発散しにくいいため多孔質体14が高温になる恐れがある。それをできるだけ避けるには、多孔質体14の材料はマイクロ波加熱されにくいもの、つまり、誘電損失が小さく、更に望ましくは被加熱物である水に比べて誘電率が10分の1程度に小さい材料を用いるとよい。好適な材料としては、誘電率が3〜4、誘電正接（いわゆる $\tan \delta$ ）が 1×10^{-4} 程度の石英ガラスが挙げられるが、多孔

質体の形成が比較的容易で且つ安価なセラミックなども実用に適する。即ち、セラミックでは、原材料に微細なプラスチックビーズなどの微小体を混入させて所望の形状に成し、それを高温で焼結させる。すると、微小体は昇華し、その部分が孔として残り、多孔質体となる。セラミックとしては、具体的には、 $ZrSiO_4$ を主成分とするジルコニア系セラミックが適当であり、誘電正接が 5.4×10^{-4} 程度のものが入手可能である。

【0037】また、本実施例では、多孔質体14の温度を100数十度以下に抑制することができるから、比較的耐熱性の低いポリテトラフルオロエチレン（商標名：テフロン）などの合成樹脂材を用いることも可能である。このような樹脂では、石英ガラスに匹敵する低損失・低誘電率のものが入手可能である。

【0038】本実施例のように、被加熱物である水を多孔質体14に浸潤させてマイクロ波加熱を行うことは、次の2つの重要な利点を有している。

【0039】その第1は、マグネトロン12が放射するマイクロ波を通過及び吸収し易くし、反射電力を抑制することができる点である。導波管11の内部においては、マイクロ波により、一般に管内波長（自由空間波長と管幅で決まる）に基づく電磁界強度の分布が生じる。このような導波管11の内部に被加熱負荷である水を配置すると、その誘電率が70〜80と大きいと、電磁界強度分布の様相が大きく変化する。實際上、導波管11内のインピーダンスを完全に整合させることは難しく、反射波が生じるのが通常である。このような負荷側からの反射は、空気から水に変化する場合のように、誘電率の変化が大きい界面で生じ易い。したがって、被加熱物の表面での反射電力を抑え、マイクロ波を最大限に水の中へ導入するためには、水の誘電率ができるだけ小さくしなければならない。勿論、水そのものの誘電率を下げることはできないが、石英ガラス等を材料とする低誘電率の多孔質体14に水を浸潤させると、見かけ上の誘電率をその空孔率に応じて低減することができる。

【0040】本発明者らの実験によれば、誘電率が78である水を、空孔率が16.1%（41.1mLの体積中に6.6mLの水を吸収）であって誘電率が4.1である多孔質体14に浸潤させて満たした場合には、見かけ上の誘電率は、2.3GHzのマイクロ波に対して34.1となり、2分の1程度に減少させることができることがわかる。このように反射電力を抑制するためには、空孔率は極力低いことが望ましい。しかし一方では、空孔率を下げると浸潤させることのできる水量も少なくなり、所望する蒸気流量が大きい場合は、多孔質体14の体積を大きくせざるをえない。そこで、導波管11の形状に合わせて妥当な空孔率を選択するとよい。実用的には、空孔率は5〜30%程度の範囲で適宜に決めるとよい。

【0041】また、空孔の分布が甚だしく不均一である

10

20

30

40

50

と、多孔質体14の内部での水の分布自体が不均一になる。そのため、マイクロ波による加熱のむらが生じ易く、蒸気の発生効率を低下させる恐れがある。したがって、多孔質体14全体からほぼ均一に蒸気を発生させるには、通常、空孔ができるだけ均一に分布していることが望ましい。ここでいう「均一の分布」とは、空孔率の分布に意図しないむらが生じていないという意味であって、後述の如く、特定の目的のために多孔質体14内部での空孔率に所定の分布を持たせることは包含しない。

【0042】第2の利点は、シーズヒータなどからの熱伝導で水を沸騰・蒸発させる場合に比べて、均質な蒸気が得られる点である。多孔質体14に浸潤した水は、必ずしも均様な強度のマイクロ波を受けるのではなく、前述した見かけ上の誘電率、多孔質体14の寸法及びマイクロ波の周波数により、内部に電磁界の強弱分布を形成する。このため、電界の強い部分はエネルギーが強く、他の部分よりも高温になり、早く蒸気が発生する。ところが、多孔質体14内の連通した空孔を通過して外部へ蒸気が吐出される過程で、未だ加熱が充分でなく温度の低い部分に接触すると、蒸気は再び液化しながら凝縮熱を放出することになる。このため、多孔質体14はその内部で加熱エネルギーのむらがあったとしても局所的な加熱は少なく、結果として多孔質体14のほぼ全体から蒸気が発生する。これにより、水中に浸漬したシーズヒータで加熱する場合に、突沸に伴って水滴を巻き込んだ蒸気が発生し易いのと比べて、水滴を含まず均質な蒸気が得られる。

【0043】次に、本発明の他の実施例による蒸気発生装置を図3により説明する。この蒸気発生装置は、蒸気を発生させるための基本的な構成は図1のものと同様であるが、多孔質体14の温度ではなく、導波管11内の反射電力の大きさに基づいてマグネトロン12の発振強度を調節するようにしている。

【0044】即ち、マグネトロン12のアンテナ12aと負荷である多孔質体14との間の導波管11に設けた開口11dの外側に、方向性結合器30を取り付ける。方向性結合器30では、入射電力（アンテナ12aから多孔質体14に向けて伝送されるエネルギー）を受ける出力コネクタには無反射終端器31が接続される一方、反射電力（多孔質体14側からアンテナ12aへ向けて反射されるエネルギー）を受ける出力コネクタにはマイクロ波検波部32が接続される。このマイクロ波検波部32では、上記反射電力の大きさに比例した信号が得られる。方向性結合器30の取付位置における反射電力はその殆どがマグネトロン12へと戻り、その内部で熱となって消費される。したがって、反射電力が大きいほどマグネトロン12の温度上昇が大きく、容易に動作許容温度の上限に達してしまう。また、水がない又は不足した無負荷に近い状態では、導波管11内の電界が異常に高

くなって局部的に火花放電を発生することもある。

【0045】そこで、この蒸気発生装置では、制御部22はマイクロ波検波部32から導波管11内の反射電力の計測値を受け取り、それが所定値以上に上昇した場合には、それ以上反射電力が増加しないようにマグネトロン12への駆動電流を低減すべく高周波電源23を制御する。マグネトロン12の電源としては、周知の通り3.5〜4kV程度の直流高圧電源が必要であり、市販の電子レンジなどでは、鉄共振トランスを用いた半波倍電圧整流電源や近年は電流制御機能を持つ高周波インバータ電源が採用されている。したがって、具体的には、前者では商用周波数のデューティサイクル制御を行うことにより、後者ではインバータの出力電流制御を行うことにより、マグネトロン12の発振電力を調節することができる。これにより、前述のような異常な温度上昇や火花放電などの不所望の現象を回避することができる。

【0046】上記例では、反射電力の大きさにのみ着目してマグネトロン12の発振強度、つまり上記入射電力の大きさを抑制するように試みたが、方向性結合器30により入射電力も同時に測定し、入射電力に対する反射電力の比を算出し、その値が一定以下になる無負荷又はそれに近い状態のときにマグネトロン12への駆動電流を減らす構成としてもよい。これによれば、更に反射電力の大きさが抑制されるので、マグネトロン12の寿命を延ばすのに効果的である。また、負荷量、つまり加熱対象物である水の量に応じて適宜にマグネトロン12の電力を制御することができるので、省電力にも有効である。

【0047】ところで、図1及び図3に示した構成では、容器13に一体に形成された注水口部13a、蒸気吐出口部13b及び排水口部13cは導波管11の内部から外部へと引き出されている。注水口部13aは、貯水槽や水道栓等から上記流量調節弁などを介して供給される水によって満たされることがある。また、蒸気発生能力を越える給水が為された場合に容器13内に余分な水が溜まり、それにより排水口部13cが水で満たされることがある。更に、蒸気吐出口部13bは、その管路内部で蒸気が結露して実質的に水で満たされたのと同様の状態となることがある。このように管状の各出入口が水で満たされた状態では、導波管11内のマイクロ波がその水を伝搬媒体として外部へ漏洩することがある。

【0048】図4は、このようなマイクロ波の漏洩を防止する手段を備えた蒸気発生装置の要部の構成図である。この図では、容器13の周囲のみを示している。

【0049】この蒸気発生装置では、マイクロ波の漏洩を防止するために、注水口部13a、蒸気吐出口部13b及び排水口部13cにおいて導波管11の外部に露出する部分を、導波管11の外壁と隙間なく連結された金属管11eで覆っている。即ち、上述したようなマイクロ波の漏洩を防止するには、各管路が水で満たされた状

態においてもマイクロ波が通過できないような形状とすればよい。つまり、管路のカットオフ周波数をマグネトロンの発振周波数以上にすればよい。上記金属管11eの断面形状及び長さを適宜の寸法とすることにより、注水口部13a、蒸気吐出口部13b及び排水口部13cが水で満たされた場合でも、マイクロ波が通過しないようにすることができる。

【0050】しかしながら、特に排水口部13cや蒸気吐出口部13bは、マイクロ波の漏洩にのみ着目して管路の断面を小さくし過ぎると、流路抵抗が増して円滑な排水や蒸気の吐出を妨げる。そこで、図4の例では、第2のマイクロ波漏洩防止手段として、透明な排水口部13cを挟んで赤外発光部40aと赤外受光部40bとを対峙して配置した光電スイッチ40を備え、赤外発光部40aから管路に赤外光を照射し、水の有無による屈折率の相違に応じた通過光量の変化を検出するようにしている。図示しない制御部は、光電スイッチ40からの検出信号により排水口部13cに水が充滿していると判断すると、マグネトロン12への駆動電流を遮断する。これにより、マイクロ波が導波管11の外部へ漏洩することを防止する。勿論、このような水の充滿の検出手段は排水口部13cのみならず、他の管路にも設けることができる。

【0051】次に、本発明に係る蒸気発生装置における多孔質体14の形状の変形例を説明する。図5は上記実施例と異なる形状の多孔質体14を用いた蒸気発生装置の要部の構成図、図6は図5中の多孔質体14の側面縦断面図、図7はこの多孔質体14の外観斜視図である。上述の如く、多孔質体14は、空気との境界面での反射電力が少なければ、それだけマイクロ波の吸収が効率的に行われる。反射電力を少なくするには、マイクロ波の進行方向に対して境界面が垂直に存在するよりも、適度な斜め角をもって入射することが好ましい。そこで、この例では、導波管11の断面積に占める多孔質体14の割合が、マグネトロンのアンテナ（図示しないが左側に存在する）に対面する側を最小にし、アンテナから遠ざかるに従って徐々にその割合が増加するような、側面が略二等辺三角形形状である尖形状の多孔質体14としている。これによれば、マイクロ波が多孔質体14の表面に小さな入射角で当たるので反射されにくく、効率良く多孔質体14内部に入り込んで水をマイクロ波加熱する。

【0052】また、先に述べたように、多孔質体14の空孔率を小さくした場合、吸水量を大きくするために形状が比較的大きくなることがあり得るが、体積が大きくなるほど、中心部で発生した高圧蒸気が微細な連通空孔を伝って外部へ噴出するときの流路抵抗が大きくなり、内部で高い膨張圧が発生し易くなる。多孔質体14は、このような膨張圧でも破裂しないだけの強度を有していることが望ましいが、破裂の危険性をより確実に回避す

るために、この多孔質体14では、図6に示すように、通気孔14aを適当な間隔で設けている。これにより、内深部で発生した蒸気が通気孔14aを通して外部へ速やかに抜けるため、内部の膨張圧が極度に高くなり破裂を免れる。

【0053】図8は、更に他の形状の多孔質体14を用いた蒸気発生装置の要部の構成図である。この例では、側面が略直角三角形形状である尖形状の多孔質体14を用いている。これにより、図5に示した例と同様の効果が得られる。

【0054】更には、アンテナ12aに対面する側を尖形状とするのみならず、導波管11の終端面11bに対面する側も尖形状とすることにより、終端面11bで反射したマイクロ波も多孔質体14に効率よく吸収されるので、マイクロ波エネルギーを水の気化に利用する割合が一層向上する。

【0055】また、上述したように実際に多孔質体14を尖形状に成型せずとも、次のようにして同様の効果を得ることができる。既に説明したように、界面でのマイクロ波の反射は誘電率の変化が大きいほど甚だしい。水を浸潤させた多孔質体と空気との界面を考えてみると、水の含有割合が大きいほど誘電率は高くなるため、空気との界面での反射が大きくなる。水の含有割合は空孔率に依存するから、空孔率が低いほど誘電率を小さくすることができる。しかしながら、空孔率が低いと得られる蒸気流量が少ないという問題がある。そこで、これを解決するには、多孔質体14の表面付近では空孔率を低くして水が浸潤したときの誘電率を相対的に低くし、一方、内深部では空孔率を高くして多くの水が浸潤できるようにしておく方法が考えられる。即ち、内深部へいくほど空孔率が高くなるように空孔率に傾斜を持った構造とするとよい。

【0056】このように空孔率に傾斜を持たせるためには、その製造工程において、例えば2種類の粒度の相違する磁器粉を用いる。粒度の粗い磁器粉の上に粒度の細かな磁器粉を重ね合わせた後に、振動を加えると粗い磁器粉の隙間に細かい磁器粉が侵入して空間を埋め、それらが適度に混ざり合うことによって空孔率に傾斜を持った粉体ができる。これを焼成炉中で熱処理して粉体を溶着・再結合させると、図9に示すような構造体が形成される。即ち、図9に断面形状を示す構造体では、上方から下方にいくに伴い空孔率が大きくなる。このような方法によって多孔質体14を形成することにより、その表面でのマイクロ波の反射を抑え、効率良く内深部にマイクロ波を導入することができる。

【0057】以上説明した蒸気発生装置は、両端が閉じた短絡端を有する導波管11内部に多孔質体14を配置した例であるが、導波管11は必ずしも長手方向の端面が短絡されている必要はない。例えば、本発明に係る蒸気発生装置を電子レンジに適用する際には、食品を加熱

するための加熱室そのものがマイクロ波を漏洩しない構造となっているから、蒸気発生装置の導波管の一端面を開放して加熱室に接続する構成とするのが合理的である。

【0058】以下、このような電子レンジの構成例を図10～図12により説明する。図10に示した例では、図1に示した構成の蒸気発生装置10の導波管11の一端面（図1では11bに相当する端面）を開放させて加熱室50の下部に接続し、容器13から延出する蒸気吐出口13bに連結した蒸気供給管53の一端を加熱室50の上部に接続している。

【0059】この構成では、マグネトロン12のアンテナ12aから放射されたマイクロ波の一部は多孔質体14に浸潤した水を気化させるのに利用され、それ以外のマイクロ波は加熱室50に供給されて、加熱室50内に収容された図示しない食品を加熱調理するのに利用される。なお、加熱室50の底部には攪拌翼51が設けられており、加熱室50内に供給されたマイクロ波を攪拌させてむらなく食品に当たるようにしている。また、この攪拌翼51の上部には、セラミック等のマイクロ波を通過させる材料から成る隔壁52が設けられている。この隔壁52は、加熱室50の上部に供給された蒸気が底部に拡散するのを阻止することで、導波管11内に蒸気が戻らないようにしている。

【0060】このように導波管11と加熱室50とを連結した構成では、多孔質体14を内装する容器13を排除することが可能である。つまり、導波管11そのものを、加熱室50への蒸気供給管として利用することができる。図11はこのような構成の一例である。この電子レンジでは、導波管11に給水管15を接続し、給水管15を通して多孔質体14上に水を滴下する。これにより多孔質体14に水が浸潤し、マグネトロン12から放射されたマイクロ波により加熱されて発生した蒸気はマイクロ波と共に加熱室50に供給される。また、多孔質体14から発生した蒸気や、多孔質体14に浸潤しきれずに溢れた水がマグネトロン12のアンテナ12aへ到達しないようにするため、多孔質体14とアンテナ12aとの間には、石英ガラス又は相当の材料から成る隔壁56を設けている。

【0061】この構成によれば、多孔質体14で発生した蒸気を加熱室50へと案内する蒸気供給管は不要になるので、構造が簡単になりコストも安価ですむ。なお、多孔質体14に浸潤しきれなかった水は加熱室50側へと流れ込むため、加熱室50の底部には適宜の排水口を設けておくことが望ましい。

【0062】図10、図11に示したように導波管11を加熱室50に連結した構成を採ることの最大の利点は、電子レンジ本来の目的である加熱室50内の食品の加熱調理のためのマイクロ波給電と蒸気発生のためのマイクロ波給電とを1台のマグネトロン12で兼用できる

ことにある。つまり、多孔質体14の空孔の殆どに水を浸潤させた場合には、マイクロ波エネルギーの多くは蒸気発生に費やされ、逆に、水の供給を停止した場合には、誘電率、誘電正接の小さな多孔質体14で吸収されることなく、マイクロ波エネルギーの殆どが加熱室50内へ導かれる。その中間の水量を供給した場合には、加熱室50内の食品はマイクロ波加熱されると同時に、蒸気も供与される。

【0063】しかしながら、マグネトロン12から発したマイクロ波の多くは多孔質体14を通過するから、多孔質体14で吸収されるマイクロ波の割合が増加すると、その分だけ加熱室50へ供給されるマイクロ波エネルギーが弱くなり、加熱調理に時間が掛かることがある。この点を改良するための構成が図12に示すものである。

【0064】即ち、マグネトロン12が取り付けられた導波管は、多孔質体14を内部に備え、加熱室50上部に接続される上部導波管111と、加熱室50の下部に接続される下部導波管112の2つに分岐されて成る。これにより、アンテナ12aから放射されて上部導波管111内を進行するマイクロ波はその多くが多孔質体14に浸潤した水を気化させるのに利用され、他方、アンテナ12aから放射されて下部導波管112内を進行するマイクロ波はそのまま加熱室50に供給され、食品を加熱調理するのに利用される。

【0065】なお、マグネトロン12の取付位置を変えたり、導波管11に適宜のインピーダンスを持たせたりすることにより、上部、下部導波管111、112に放射されるマイクロ波のエネルギー強度の分配割合を適宜に変えることもできる。また、特に、加熱室50に送出する蒸気流量を増加させたい場合には、下部導波管112の内部にも上部導波管111と同様に多孔質体14を配設して、浸潤させた水を気化して蒸気を得るようにしてもよい。

【0066】以上本発明の実施例について例示し説明したが、本発明の精神及び範囲を逸脱しない範囲で種々の他の変形及び修正を行うことができることは当業者にとって明らかである。したがって、このような変形及び修正は、本明細書の請求の範囲に包含される。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例による蒸気発生装置の構成図。

【図2】 図1中のA-A'線略断面図。

【図3】 本発明の他の実施例による蒸気発生装置の構成図。

【図4】 本発明の他の実施例による蒸気発生装置の構成図。

【図5】 本発明の他の実施例による蒸気発生装置の要部の構成図。

【図6】 図5中の多孔質体の側面縦断面図。

【図7】 図5中の多孔質体の外観斜視図。

【図8】 本発明の他の実施例による蒸気発生装置の要部の構成図。

【図9】 他の多孔質体の空孔の分布状態の一例を示す断面図。

【図10】 本発明に係る蒸気発生装置を備えた電子レンジの一実施例の構成図。

【図11】 本発明に係る蒸気発生装置を備えた電子レンジの他の実施例の構成図。

【図12】 本発明に係る蒸気発生装置を備えた電子レンジの他の実施例の構成図。

【符号の説明】

10…蒸気発生装置

11…導波管

111…上部導波管

112…下部導波管

11a、11b…端面

11c、11d…開口

11e…金属管

12…マグネトロン

12a…アンテナ

13…容器

13a…注水口部

13b…蒸気吐出口部

13c…排水口部

14…多孔質体

14a…通気孔

15…給水管

16…蒸気送出管

18…流量調節弁

22…制御部

23…高周波電源

30…方向性結合器

31…無反射終端器

32…マイクロ波検波部

40…光電スイッチ

50…加熱室

52、56…隔壁

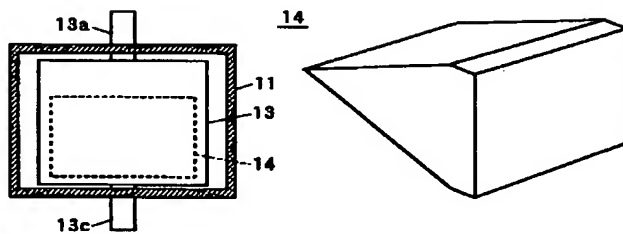
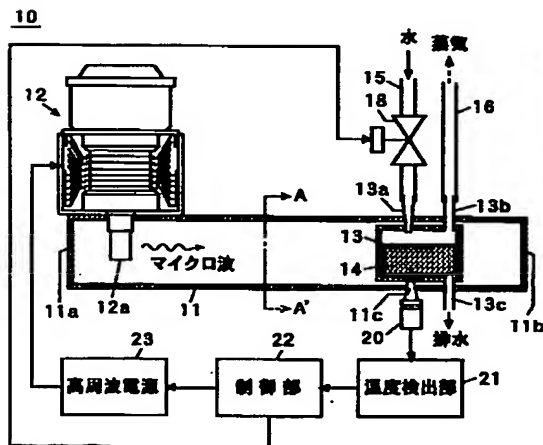
53…蒸気供給管

20

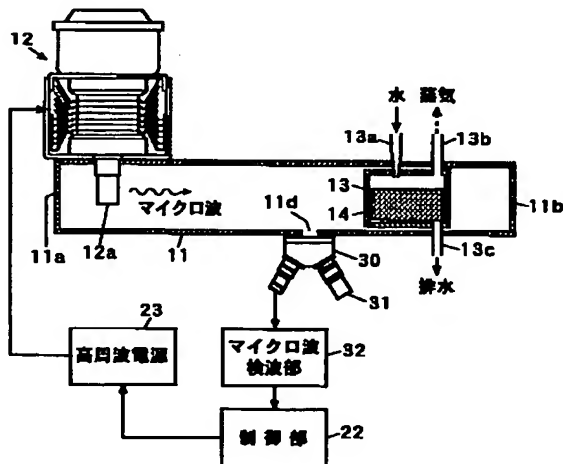
【図1】

【図2】

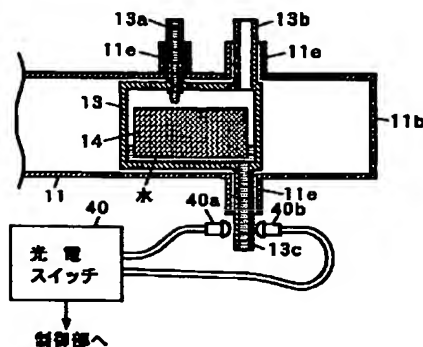
【図7】



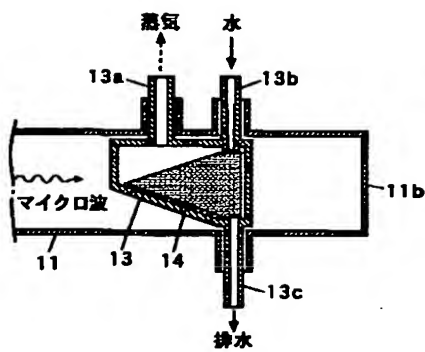
【図3】



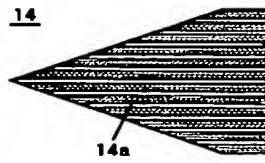
【図4】



【図5】



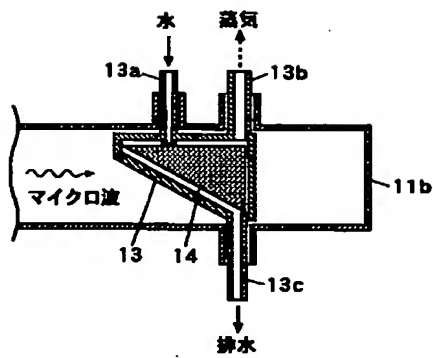
【図6】



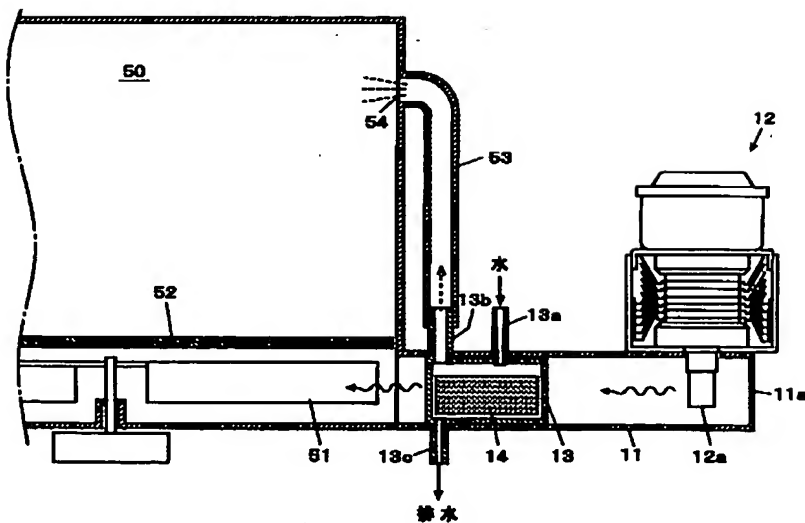
【図9】



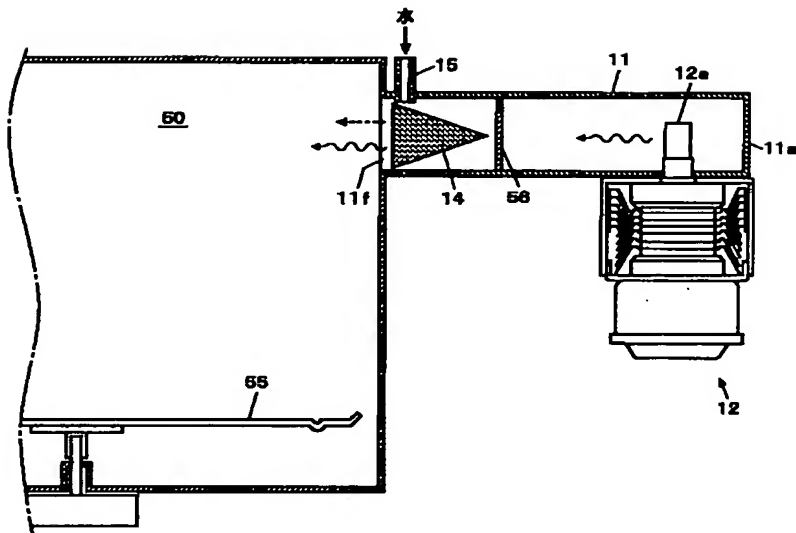
【図8】



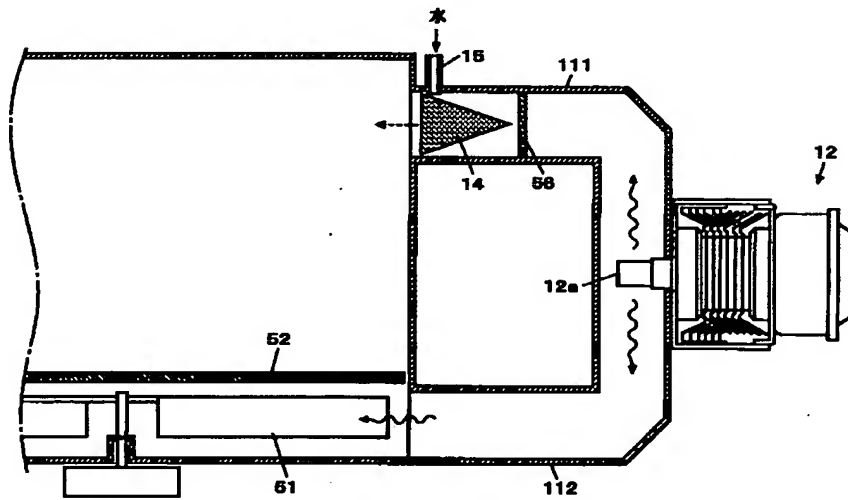
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H05B 6/70		H05B 6/70	E
6/80		6/80	Z

(72)発明者 小迎 聡
 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
 洋電機株式会社内

Fターム(参考) 3K086 AA01 AA08 BA08 BB02 CA04
CB12 CB20 CC02 CD04 CD12
CD19 DA02 DB11 DB16 FA08
3K090 AA01 AA02 AB02 BA01 BB01
BB18 CA02 CA19 DA06 DA16
DA19 EA01 EB02 EB13 EB29
FA03 FA06 FA07 LA09 PA03
3L086 AA04 AA07 BA08 BB04 BF09
CB08 CB16 CC07 CC11 CC13
CC14 DA07 DA27 DA29

PAT-NO: JP02001254952A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001254952 A
TITLE: STEAM GENERATOR AND MICROWAVE OVEN HAVING THE SAME
PUBN-DATE: September 21, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
USHIJIMA, KAZUFUMI	N/A
INAMI, ICHIRO	N/A
KOMUKE, SATOSHI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SANYO ELECTRIC CO LTD	N/A

APPL-NO: JP2000071492

APPL-DATE: March 15, 2000

INT-CL (IPC): F24C007/02, F22B001/28, F24C001/00, H05B006/64, H05B006/68
, H05B006/70, H05B006/80

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a steam generator suitable for being attached to a microwave oven, quick in starting and needing no preheating.

SOLUTION: A porous material 14 composed of quartz glass and the like is arranged in a waveguide 11 equipped with a magnetron 12 and water is dropped on the porous material 14 through a water supply pipe 15 provided on the waveguide 11. The dropped water quickly permeates the porous material 14 to be held therein, and is heated to evaporate by a microwave supplied into the waveguide 11. A partition wall 56 through which the microwave can pass is provided between the magnetron 12 and the porous material 14, so that steam does not flow toward the magnetron 12 because of the partition wall 26, but is supplied to a heating chamber 50 together with a microwave that has not be used for vaporizing the water. As a result, a single magnetron can be used for generating steam as well as cooking food accommodated in the heating chamber 50.

COPYRIGHT: (C)2001, JPO